

Boletim de Pesquisa **220** e Desenvolvimento

ISSN 1678-2518
Dezembro, 2015

**Qualidade Pós-colheita de Morangos
Produzidos em Sistema Orgânico e
Convencional Armazenados em
Atmosfera Controlada**



ISSN 1678-2518

Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 220

Qualidade Pós-colheita de Morangos Produzidos em Sistema Orgânico e Convencional Armazenados em Atmosfera Controlada

Rufino Fernando Flores Cantillano
Ana Paula Pereira Schunemann

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade Responsável

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê e Sônia Desimon*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Amanda Andrade (estagiária)*

Foto de capa: *Paulo Lanzetta*

1ª edição

1ª impressão (2015): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

F634q Flores Cantillano, Rufino Fernando

Qualidade pós-colheita de morangos produzidos em sistema orgânico e convencional armazenados em atmosfera controlada / Rufino Fernando Flores Cantillano, Ana Paula Pereira Schunemann. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015.

33 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 220)

1. Morango. 2. Pós-colheita. 3. Armazenamento.
I. Schunemann, Ana Paula Pereira. II. Título. IV. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	29
Referências	30

Qualidade Pós-colheita de Morangos Produzidos em Sistema Orgânico e Convencional Armazenados em Atmosfera Controlada

*Rufino Fernando Flores Cantillano*¹

*Ana Paula Pereira Schunemann*²

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do armazenamento em atmosfera controlada (AC) sobre a qualidade físico-química e sensorial de morango cultivar Camarosa produzido em sistema convencional (SC) e orgânico (SO). Os morangos foram colhidos no estágio de maturação para consumo, selecionados e armazenados após serem tratados. As frutas foram armazenadas por um período de 3 (P1), 6 (P2) e 9 (P3) dias a 1,5 °C + 90-95% RH mais 1 dia a 20 °C. Foram realizados os seguintes tratamentos: armazenamento refrigerado (AR) - 21 KPa O₂ e 0,03 KPa CO₂, 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂ (AC1), 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂ (AC2). Foram determinados sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH, antocianinas totais, ac. ascórbico, perda de massa, firmeza da polpa e cor (L*, a*, b*). O delineamento experimental utilizado para as análises físico-químicas foi totalmente casualizado e para análise sensorial blocos ao acaso, sendo cada julgador considerado como uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e foi aplicado o teste de Tukey (p ≤ 0,05). A AC com 4 KPa de O₂ e 10 KPa

¹ Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, bolsista da UFPel, Pelotas, RS.

de CO₂ foi eficiente na preservação da qualidade físico-química de morangos cultivar Camarosa durante 9 dias + 1 de comercialização produzidos em sistema convencional e até 6 dias para o sistema orgânico. Nas frutas conservadas em atmosfera refrigerada esse período foi menor, pois ocorreram perdas significativas na qualidade.

Termos para indexação: sistema de produção, características físico-químicas, pequenas frutas.

Postharvest Quality of Strawberries Produced in Organic and Conventional systems and Storage Under Controlled Atmosphere

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of controlled atmosphere storage (CA) on the physico-chemical and sensory quality of Camarosa strawberries produced from both conventional (CS) and organic (OS) crop production system, located in Pelotas, Brazil. Thus, cultivar Camarosa strawberries were harvested at commercial maturity, selected and stored after being treated. The fruits were cold stored for 3 (P1), 6 (P2) and 9 (P3) days 1.5 °C + 90-95% relative humidity, plus 1 day at 20 °C. The following treatments were used: cold storage (CS) - 21 KPa O₂ and 0,03 KPa CO₂, 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂ (CA1), 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂ (CA2). Total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), ratio TSS/TTA, pH, total anthocyanin, ascorbic acid, weight loss, firmness, color (L,a*,b*) were determined. The experimental design for the physical-chemical analysis was completely randomized and were used randomized blocks for sensory analysis, being considered each judge as a replicate. Data were submitted to analysis of variance and was used the Tukey test ($p \leq 0,05$) for means comparison. The CA with 4 KPa O₂ and 10 KPa CO₂ was efficient in maintaining the physical-chemical quality of 'Camarosa' strawberries up to 9 days at 1.5 °C plus 1 day at 20 °C produced at conventional crop production system and up to 6 days at 1.5 °C plus 1 day at 20*

°C for the organic system. The fruits maintaining in cold storage this period was lower because there were significant losses in quality.

Index terms: Crop production, physico-chemical analysis, small fruits.

Introdução

O morango é uma fruta não climatérica (CHITARRA; CHITARRA, 2005) considerada das mais perecíveis, podendo apresentar inúmeras perdas na qualidade decorrente de seu processo respiratório, desidratação dos tecidos, ocorrência de podridões, etc. Essas perdas podem ser reduzidas minimizando-se os danos mecânicos e utilizando-se baixas temperaturas para auxiliar no aumento de tempo da conservação pós-colheita, bem como servindo-se de base para métodos complementares de conservação de frutos, dentre os quais está o uso de atmosfera controlada (AC) (CANTILLANO, 2003). A atmosfera controlada é um sistema de armazenamento no qual se modifica a concentração atmosférica, sendo utilizada como complemento do sistema refrigerado convencional (CANTILLANO et al., 2008). Nesse sistema as frutas são expostas a uma concentração conhecida de gases, normalmente reduzindo o O_2 e aumentando o CO_2 . Com isso se pretende prolongar a vida útil do fruto por períodos maiores que o obtido na refrigeração convencional (CANTILLANO et al., 2008). Essa técnica tem por objetivo a redução, a um valor mínimo, das trocas gasosas relacionadas à respiração do produto. O efeito da redução do O_2 atua na inibição da cadeia respiratória, em que o O_2 é necessário no processo oxidativo. A ação do CO_2 ocorre no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, inibindo diversas enzimas e reduzindo a atividade desse ciclo e, conseqüentemente, do metabolismo da fruta (CHITARRA, 1998). Em geral, a prática de controlar a concentração de gases ao redor de frutas é responsável por manter características qualitativas importantes, como a firmeza, a acidez e o frescor, podendo ainda reduzir a incidência de fungos (AGAR et al., 1997).

No que tange à qualidade do morango, o mercado centra-se sobre qualidades físico-químicas, como tamanho, cor, firmeza, acidez, doçura e aroma, mas há um crescente interesse em dispor de outras avaliações, que atinjam diretamente aos consumidores, como a análise sensorial, que é realizada através da técnica de ADQ (Análise Descritiva Quantitativa), que demonstra a descrição completa

de todas as características de um produto, sob o ponto de vista quantitativo e qualitativo (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) identifica e quantifica, em ordem de ocorrência, as propriedades sensoriais dos produtos e mede a intensidade percebida. Esse teste apresenta vantagem de fornecer um perfil sensorial completo do produto, pois avalia todos os atributos sensoriais presentes, quais sejam: aparência, aroma, cor, sabor, textura, aparência global, como também de permitir análise estatística dos resultados (ABNT, 1998; QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

O fato de o morango ser muito consumido “in natura”, e a preocupação com a saúde dos consumidores, devido à possibilidade de resíduos de agrotóxicos acima do permitido pela legislação, vir provocando um aumento na demanda por morango orgânico, uma vez que existe grande desconforto de uma parcela da população em manter a aquisição e consumo de morangos convencionais, cujo cultivo, reconhecidamente, envolve o emprego de substanciais quantidades de adubos sintéticos e pesticidas. No entanto, existem controvérsias sobre os alimentos orgânicos, principalmente quando são classificados como mais nutritivos e mais seguros, devido à escassez de dados científicos comparando tais vantagens em relação ao convencional.

Tem-se observado mudanças nos hábitos alimentares dos brasileiros, no que se refere ao consumo de frutas, com maior demanda para produtos orgânicos. A julgar pela presença desses produtos nas gôndolas das grandes redes de supermercados, estima-se que exista um potencial de mercado expressivo. Tais observações chamam a atenção para o potencial de um novo nicho de consumo e para a necessidade de implementação de análises sobre o tema.

A atual demanda mundial por alimentos certificados e isentos de resíduos de pesticidas tem pressionado o modelo convencional agrícola a constantes reavaliações de seus métodos de produção. Além disso, os consumidores estão mais interessados em conhecer

como os alimentos são produzidos, seu valor nutricional, regularidade de oferta, sistema de produção, região e local de produção, propriedades funcionais, nutracêuticas ou medicinais (ROMBALDI et al., 2007).

Dentro desse contexto, objetivou-se avaliar o efeito de condições de atmosfera controlada sobre a qualidade físico-química de morango cultivar Camarosa, produzidos em sistema convencional (SC) e orgânico (SO), durante o período de armazenamento.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Pós-colheita e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, Brasil.

Neste experimento foram utilizados morangos cultivar Camarosa provenientes de produtores localizados em Morro Redondo, região de Pelotas, RS. O produtor de morangos orgânicos faz parte de uma Cooperativa de Produtores Ecologistas, credenciada junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). De acordo com o decreto N°- 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, reconhece-se formalmente que a produção está em conformidade com produtos de origem orgânica.

Os morangos foram colhidos de forma manual e aleatória em diversas posições e orientações da planta, sendo colocados em caixas plásticas de colheita lavadas e desinfetadas. A colheita foi realizada quando as frutas estavam no estágio de maturação maduro com toda a superfície da epiderme de coloração vermelha.

Após o processo de seleção, onde foram descartadas as frutas com injúrias mecânicas, ataques fúngicos e/ou de insetos ou

outros defeitos, as frutas foram distribuídas em lotes uniformes. Posteriormente, os morangos foram colocados em bandejas plásticas e armazenados em temperatura de 1,5 °C, sendo realizados os seguintes tratamentos: controle 21 KPa O₂ e 0,03 KPa CO₂ (AR), 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂ (AC1), 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂ (AC2), utilizando-se microcâmaras especialmente acondicionadas para estanquidade aos gases. As frutas ficaram armazenadas por um período de 3 (P1), 6 (P2) e 9 (P3) dias a 1,5 °C mais um dia de simulação da comercialização em temperatura de 20 °C. Foram realizadas determinações físico-químicas e sensorial na colheita e após cada período de armazenamento e comercialização simulada. As determinações realizadas foram:

- Sólidos Solúveis Totais (SST): por refratometria, realizada com um refratômetro de mesa Shimadzu, expressando-se o resultado em °Brix.
- Acidez Total Titulável (ATT): avaliada por titulometria de neutralização, com a diluição de 10 mL de suco puro em 90 mL de água destilada e titulação com solução de NaOH 0,1 N até o suco atingir pH 8,1, expressando-se o resultado em percentual (%) de ácido cítrico.
- Relação (SST/ATT): avaliada dividindo o teor de sólidos solúveis totais pela acidez total titulável.
- pH: determinado diretamente no suco das frutas com o uso de medidor de pH Quimis® modelo SC09, com correção automática de temperatura.
- Antocianinas Totais (AT): determinadas por espectrofotometria, através do espectrofotômetro marca Genesys 10 uv a 520 nm (absorbância).
- Ácido Ascórbico/Vitamina C (AA): determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, com os resultados expressos em mg/100 ml de suco.

- Perdas Totais de Massa (PTM): calculada a partir das diferenças de peso das unidades experimentais observadas entre o momento da instalação do experimento e a avaliação de controle de qualidade após o armazenamento e período de comercialização, sendo que os resultados foram expressos em porcentagem (%).

- Firmeza de Polpa (FP): realizada por compressão, onde cada fruta foi colocada entre duas chapas de metal no aparelho INSTRON TESTERS modelo 1130, sendo regulado com a polia 26 DY para força de 2 Kg, com escala de 10 cm, em velocidade de 0,83 mm s⁻¹.

- Cor de superfície (C): medida com duas leituras em lados opostos na região equatorial das frutas. As leituras foram realizadas com colorímetro Minolta CR- 300, com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura. No padrão C.I.E. $L^*a^*b^*$, a coordenada L^* expressa o grau de luminosidade da cor medida ($L^* = 100 =$ branco; $L^* = 0 =$ preto). A coordenada a^* expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde (a^* mais negativo = mais verde; a^* mais positivo = mais vermelha) e a coordenada b^* expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo (b^* mais negativo = mais azul; b^* mais positivo = mais amarelo).

O delineamento experimental utilizado para as análises físico-químicas foi totalmente casualizado com esquema fatorial 2x3x3 (dois (2) sistemas de produção, três (3) tratamentos e três (3) períodos de armazenamento). A unidade experimental foi composta de 20 frutas com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, logo após, para comparação das médias, foi aplicado o teste das diferenças mínimas significativas (DMS) ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

A caracterização inicial do produto a ser armazenado é de grande importância para a avaliação da qualidade final do mesmo, pois

determina, parcialmente, o comportamento pós-colheita. Na Tabela 1 podem ser observados os valores de caracterização dos parâmetros físico-químicos dos morangos cultivar Camarosa produzidos no sistema orgânico e convencional na colheita.

Para ATT foram observadas diferenças significativas para os fatores sistema de produção, interação sistema-tempo de armazenamento e interação sistema-atmosfera ($p < 0,05$) (Figura 1). A atmosfera e o tempo de armazenamento, isolados, não influenciaram significativamente a ATT dos frutos orgânicos e convencionais. A ATT dos frutos produzidos organicamente foi maior que a dos frutos do sistema convencional (Figura 1). Terrazzan et al. (2006), comparando sistema de produção orgânica e convencional de morangos cultivar Oso Grande por 15 dias, também observaram maiores valores para acidez em morangos orgânicos quando comparados com os produzidos em sistema convencional. Krolow et al. (2007), avaliando morango cultivar Aromas produzido em sistema orgânico e convencional, verificaram que, no sistema orgânico, os morangos apresentaram menor acidez. Não houve diminuição significativa da ATT ao longo do período de armazenamento entre os frutos mantidos nas atmosferas controladas e na atmosfera refrigerada (AR), tanto para as frutas do sistema orgânico (SO) quanto para o sistema convencional (SC). A partir do P2, para os morangos do SC, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a AC2 e AC1 obtiveram menores valores (Figura 1). Os resultados deste trabalho corroboram Brackmann et al. (2001), que também não encontrou variação da acidez total titulável com utilização de atmosfera controlada em morangos. Brecht et al. (2003) avaliaram os efeitos do uso de atmosfera controlada em morangos cultivar Chandler após 1 semana de armazenamento a 4 °C e a 10 °C (+ 1 dia a 20 °C), e os resultados indicaram que os frutos armazenados sob 5% O₂ + 15% CO₂ apresentaram teores de acidez significativamente maiores que os armazenados sob 10% O₂ + 20% CO₂. Ácidos, bem como açúcares, agem como substrato da respiração, enquanto que o ácido ascórbico está envolvido nas reações antioxidantes durante o processo de

maturação e após a colheita. É possível que o produto convencional, exposto a agrotóxicos antes da colheita, apresente uma maior atividade metabólica, a fim de metabolizar a ação desses produtos químicos. Consequentemente, a maior atividade metabólica em frutos aumentaria a respiração ao consumir ácidos envolvidos no processo.

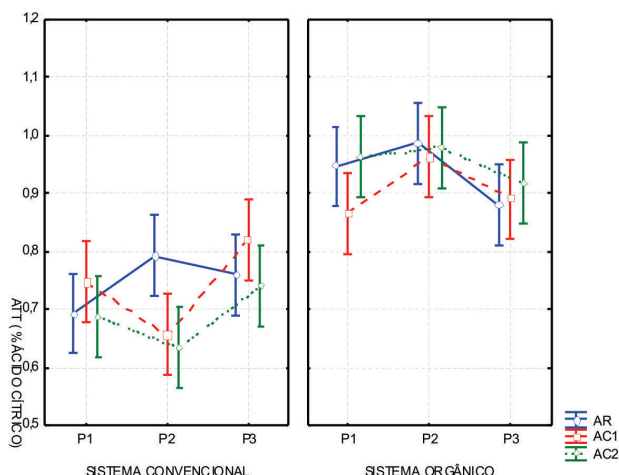


Figura 1. Variação da acidez total titulável (ATT) em morangos cultivar Camarosa, produzidos em sistema orgânico e convencional, mantidos sob atmosfera refrigerada (AR) e atmosfera controlada (AC1= 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂ ; AC2= 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂), a 1,5 °C. As barras verticais representam o intervalo de confiança da média pelo teste DMS (P<0,05). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2009.

Quanto à relação SST/ATT (Figura 2), o sistema de produção, de maneira isolada, diferiu significativamente, sendo que os morangos convencionais apresentaram maior relação. Nos morangos produzidos no SC, a relação SST/ATT não foi estatisticamente significativa para períodos e tratamentos de atmosfera controlada. No SO, os tratamentos do P2 apresentaram valores significativamente menores que os demais períodos. Os valores dessa relação ficaram entre 13 e 7 aproximadamente (Figura 2). Um alto valor de relação SST/ATT

Tabela 1. Avaliação das variáveis físico-químicas na colheita de morangos cultivar Camarosa produzidos convencionalmente. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2009.

Sistema Convencional							
pH	SST* (°Brix)	ATT (%)	Relação (SST/ATT)	Coloração		Antocianinas (mg 100g ⁻¹)	Firmeza (N)
				Luminosidade L*	Ângulo HUE°		
3,91	7,4	0,62	12	34,83	31,92	40,69	5,23
*Sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); Ácido ascórbico (AA).							
Sistema Orgânico							
pH	SST* (°Brix)	ATT (%)	Relação (SST/ATT)	Coloração		Antocianinas (mg 100g ⁻¹)	Firmeza (N)
				Luminosidade L*	Ângulo HUE°		
4,01	8,66	0,71	12	34,35	32,21	38,12	6,68
*Sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); Ácido ascórbico (AA).							
						AA (mL 100g ⁻¹)	67,10

indica sabor suave devido a excelente equilíbrio de açúcar e acidez, enquanto os valores baixos se correlacionam com predominância da acidez. Para as variáveis firmeza (N), perda de massa (%) e antocianinas, foram observadas diferenças significativas para período de armazenamento, tratamentos e para a interação entre eles ($p < 0,05$). A firmeza (Figura 3) foi significativamente maior para os morangos orgânicos e esse resultado pode estar relacionado à nutrição da planta, disponibilidade de água no solo, estágio de maturação e características genéticas do fruto. De modo que essas características determinam a resistência da epiderme, textura do pericarpo e da estrutura interna do fruto que, por sua vez, depende da relação entre o volume do pericarpo e o volume do material intracelular (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SILVA; GIORDINO, 2000).

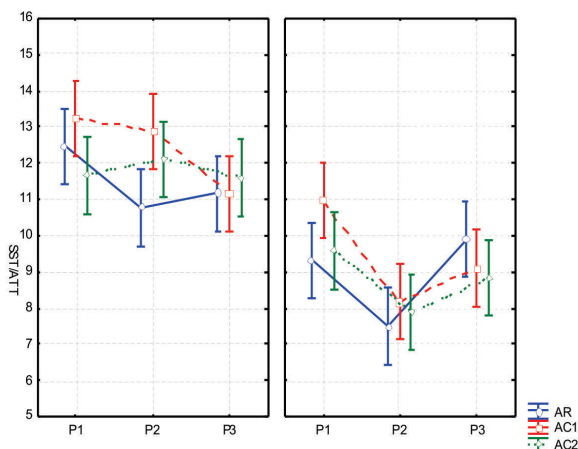


Figura 2. Variação da relação SST/ATT em morangos cultivar Camarosa, produzidos em sistema orgânico e convencional, mantidos sob atmosfera refrigerada (AR) e atmosfera controlada (AC1= 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂; AC2= 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂), a 1,5°C. As barras verticais representam o intervalo de confiança da média pelo teste DMS ($P < 0,05$). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2009.

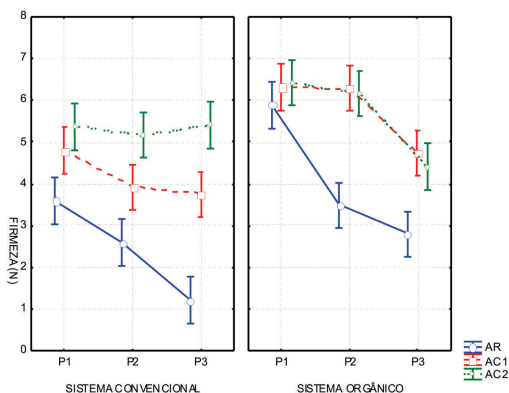


Figura 3. Variação da firmeza em morangos cultivar Camarosa, produzidos em sistema orgânico e convencional, mantidos sob atmosfera refrigerada (AR) e atmosfera controlada (AC1= 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂ ; AC2= 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂), a 1,5 °C. As barras verticais representam o intervalo de confiança da média pelo teste DMS (P<0,05). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

Esse resultado deve estar relacionado à menor produção de etileno nos frutos orgânicos, pois a expressão da enzima poligalacturonase (PG) das expansinas e de outras enzimas da parede celular é dependente de etileno. Houve interação significativa da firmeza ao longo do período de armazenamento e entre as frutas mantidas nas atmosferas controladas e no AR, tanto para SO quanto para o SC (Figura 3). Em relação ao tempo de armazenamento, para os morangos do SC, foi observado que em frutas do AR e da AC1 houve diminuição da firmeza a partir do P2, enquanto que em AC2 os valores de firmeza se mantiveram constantes, sem diferirem significativamente entre os períodos. Adicionalmente, na AC2, o valor foi significativamente superior aos demais tratamentos aos seis dias (P2) e aos 9 dias (P3) (Figura 3). Com relação aos morangos orgânicos, o AR apresentou perda de firmeza a partir do P1, enquanto que nos morangos tratados com as AC1 e AC2, essa perda ocorreu a partir do P2. Além disso, os morangos armazenados em atmosfera controlada (AC1 e AC2) no P2 e P3 foram significativamente mais firmes que em

AR. Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com os experimentos conduzidos por Brackmann et al. (2001). Esses autores verificaram o efeito da utilização de elevadas concentrações de CO_2 no prolongamento da vida pós-colheita de morangos cultivar Oso Grande e observaram que, quanto maior a concentração de CO_2 , maior a firmeza da polpa dos frutos.

Os tratamentos com AC apresentaram frutas mais firmes que o controle ($21 \text{ KPa O}_2 + 0,03 \text{ KPa CO}_2$) nos dois sistemas (SO e SC). Segundo Seibert et al. (2000), a diminuição da firmeza da polpa, que ocorre aos seis dias, deve-se, basicamente, à dissociação das paredes celulares pela ação de enzimas pectinolíticas, com diminuição no grau de polimerização de ácidos urônicos, que geralmente são acompanhados de aumento nos teores de pectinas solúveis. Dessa forma, o efeito positivo da AC, em manter a firmeza da polpa mais elevada durante o armazenamento, pode estar relacionado a uma redução na expressão e atividade das endo-PGs, devido aos altos níveis de CO_2 e/ou baixos de O_2 (ZHOU et al., 2000).

Nos morangos do SO houve diferença estatística significativa entre os tratamentos a partir do P2, enquanto que no SC a AC2 foi significativamente maior ao longo do período de armazenamento (Figura 3). Esses resultados são respaldados pelos obtidos por Holcroft e Kader (1999), que estudando o efeito da AC no metabolismo de morangos concluíram que houve retardo do amolecimento quando comparado com atmosfera ambiente. Kader (2003) afirma que o uso de atmosfera controlada reduz a atividade das enzimas que degradam a parede celular e que causam o amolecimento das frutas. Tudela et al. (2003) observaram redução significativa na firmeza em morangos cultivar Aroma mantidos sob atmosfera ambiente e sob $5\% \text{ O}_2 + 10\% \text{ CO}_2$ (balanço N_2), após 17 dias a 2°C e 95% UR; enquanto que, para os frutos armazenados sob $5\% \text{ O}_2 + 15\% \text{ CO}_2$ (balanço N_2), não houve variação significativa na firmeza.

A perda de massa foi significativamente maior para os frutos produzidos organicamente (Figura 4). Da mesma forma, a perda de

massa foi maior significativamente no AR, tanto no SO quanto no SC. A maior perda de massa verificada em morangos orgânicos foi influenciada pelo menor tamanho do fruto comparado aos frutos produzidos convencionalmente. Supõe-se que a taxa de transpiração de produtos hortícolas seja proporcional a sua área superficial influenciada por déficit de pressão de vapor d'água, ar ambiente e velocidade do ar. Os morangos orgânicos apresentaram maior relação superfície-volume e maior perda de água durante o armazenamento.

Os frutos armazenados nas AC1 e AC2 diferiram significativamente entre si nos períodos analisados, tanto para o SC quanto no SO. Em relação ao tempo de armazenamento, observou-se que os frutos mantidos na AR tiveram perda de massa significativa ao longo do armazenamento e cada período de armazenamento diferiu significativamente entre si, nos dois sistemas (orgânico e convencional) avaliados. Adicionalmente, foi observado que, no 9º dia de armazenamento, a perda de massa dos frutos mantidos na AC1 e AC2, tanto do SC quanto do SO, foi significativamente menor que na AR (Figura 4). Os resultados encontrados estão de acordo com Calegaro et al. (2002), onde observaram, em morangos cultivar Oso Grande, que os frutos mantidos em atmosfera ambiente apresentaram maior perda de massa que os mantidos em atmosfera inicial de 3 kPa O₂ + 10 kPa CO₂, 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ e do ar ambiente, após 7 e 14 dias de armazenamento. Segundo Hernandez-Muñoz et al. (2006), perdas acima de 10% de seu peso da colheita influenciam significativamente na qualidade de morangos, causando a rejeição do produto pelos consumidores. Assim sendo, foi verificado neste trabalho que os morangos, tanto no SC quanto no SO, mantidos nas atmosferas AC1 e AC2, encontraram-se aparentemente aceitáveis após 9 dias de armazenamento.

O valor de antocianinas (AN), para os frutos produzidos organicamente, foi menor que a dos frutos do SC (Figura 5). Além disso, tanto os frutos do SC quanto do SO armazenados em AC2 apresentaram menores valores de AN. A adubação é um aspecto a ser considerado quando se compara agricultura orgânica com

a convencional. Na adubação orgânica, o nitrogênio não está prontamente acessível para as plantas, como ocorre com a utilização de fertilizantes convencionais. A acessibilidade ao nitrogênio tem o potencial de influenciar a síntese de antioxidantes fenólicos, incluindo fenólicos simples, ácidos fenólicos e flavonoides. Vários estudos demonstram existir uma diminuição na concentração de flavonoides em plantas com o aumento da viabilidade de nutrientes. Em geral, a alta disponibilidade de nutrientes leva a um excessivo aumento no crescimento e desenvolvimento de plantas e em uma diminuição nos recursos necessários para a produção de metabólitos secundários, como as antocianinas.

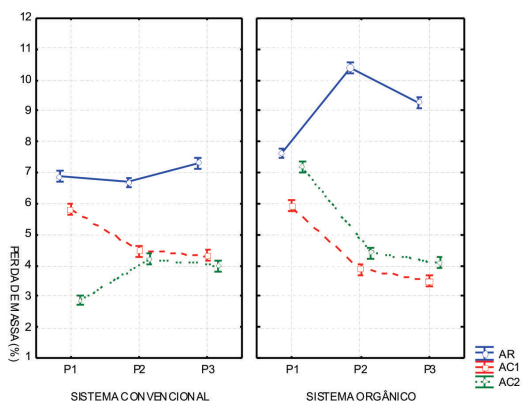


Figura 4. Variação da perda de massa em morangos cultivar Camarosa, produzidos em sistema orgânico e convencional, mantidos sob atmosfera refrigerada (AR) e atmosfera controlada (AC1= 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂ ; AC2= 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂), a 1,5 °C. As barras verticais representam o intervalo de confiança da média pelo teste DMS (P<0,05). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2009.

As práticas agrícolas convencionais utilizam consideráveis níveis de pesticidas e fertilizantes, que podem resultar em uma ruptura na produção natural de flavonoides responsáveis pelo mecanismo de defesa da planta. A composição de metabólitos secundários

difere-se, principalmente, entre genótipo, embora sua expressão seja fortemente influenciada por fatores ambientais como clima e exposição à luz (MITCHELL; CHASSY, 2009). Neste trabalho, o maior conteúdo de antocianinas em frutos produzidos em sistema orgânico não foi verificado. A literatura contemporânea ilustra uma aparente tendência para níveis mais elevados de flavonoides, ácido ascórbico e sólidos solúveis em produtos alimentares biológicos. No entanto, é necessária maior investigação, analisando-se as relações entre produção agrícola e síntese de flavonoides.

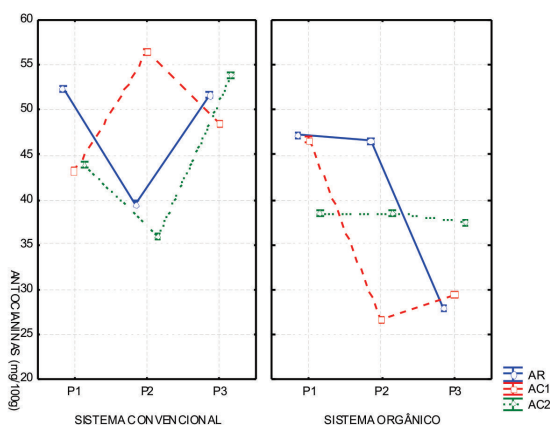


Figura 5. Variação da antocianinas em morangos cultivar Camarosa, produzidos em sistema orgânico e convencional, mantidos sob atmosfera refrigerada (AR) e atmosfera controlada (AC1= 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂; AC2= 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂), a 1,5 °C. As barras verticais representam o intervalo de confiança da média pelo teste DMS (P<0,05). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

A tendência observada de alterações no conteúdo de antocianinas depende do seu teor inicial; porém, com os resultados obtidos, pode ser percebida uma diminuição nos primeiros três dias de armazenamento e posterior aumento até os 9 dias para as frutas do SC. Para morangos orgânicos da AC1 e AC2, foi verificado

um aumento do teor de AN e posterior redução (Figura 5). Estes resultados estão convergindo com Cordenunsi et al. (2003), que obtiveram o mesmo comportamento para os morangos cvs. Mazi e Oso-grande. Nas frutas maduras, as células são predominantemente preenchidas pelo vacúolo, com o citoplasma reduzido a uma fina camada compactada entre os tonoplastos e a parede celular. O vacúolo acumula ácidos orgânicos, açúcares e compostos fenólicos, incluindo pigmentos como as antocianinas. O acúmulo de ácidos orgânicos resulta em uma solução tampão, que deve estabilizar o pH da fruta. Porém, com a utilização de atmosfera controlada, este trabalho demonstrou que o pH diminui, ficando um meio mais ácido, o que favorece a estabilidade das antocianinas e a expressão da cor. Entretanto Gil et al. (1997) e Holcroft e Kader (1999) verificaram que, apesar da capacidade tampão, houve aumento no pH e redução na acidez total titulável. Uma vez que o pH tem um efeito profundo na estabilidade das antocianinas e expressão da cor, principalmente em solução aquosa, o aumento do pH poderia causar prejuízos significativos nas cores definidas por esse pigmento.

É possível que a variação encontrada no teor de antocianinas desse experimento deva-se à produção de ácido-transcinâmico, que é o precursor desse pigmento. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a formação do ácido-transcinâmico se dá pela desaminação da L-fenilalanina realizada pela enzima fenilalanina amônio liase (PAL). A ativação da PAL tem sido observada em resposta a vários tipos de stress, incluindo tratamento com CO₂ e baixa temperatura.

A variação constatada nos teores de antocianinas em função da alteração da atmosfera de armazenamento demonstra a influência dos elevados níveis de CO₂ no metabolismo dos pigmentos de morangos. Trabalhos realizados por Holcroft e Kader (1999) indicam que há relação direta entre a concentração de CO₂ e a redução na síntese de antocianinas.

É difícil explicar a redução na cor de morangos armazenados sob atmosferas contendo altas concentrações de CO₂ e por que fatores

como a copigmentação, pH e o metabolismo das antocianinas podem atuar de forma significativa na expressão da cor. Pelo fato do pH ter um efeito importante na estabilidade das antocianinas e na coloração dos frutos, particularmente em soluções aquosas, mudanças no pH, induzidas por tratamento com atmosfera controlada, podem causar perdas significativas na cor. Embora tenham sido detectadas alterações no teor desse pigmento, não houve grandes alterações na coloração da epiderme, como foi demonstrado pela determinação de cor (L e °Hue).

Para a variável pH houve interação entre os fatores períodos de armazenamento e sistema de produção e para a interação períodos e tratamentos. O pH foi significativamente maior para os frutos produzidos convencionalmente. Durante o período de armazenamento foi verificado, para todos os tratamentos tanto do sistema convencional quanto do orgânico, uma redução no pH com posterior aumento (Figura 6).

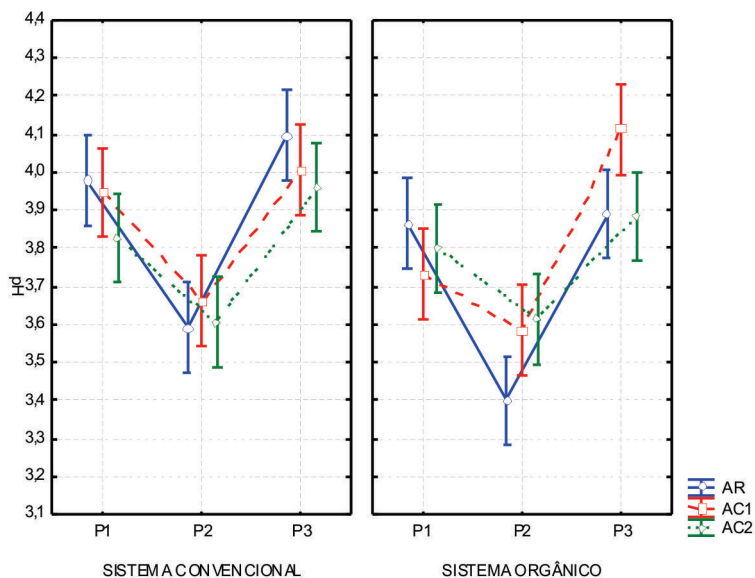


Figura 6. Variação do pH em morangos cultivar Camarosa, produzidos em sistema orgânico e convencional, mantidos sob atmosfera refrigerada (AR) e atmosfera controlada (AC1= 4 KPa O₂ + 5 KPa CO₂; AC2= 4 KPa O₂ + 10 KPa CO₂), a 1,5 °C. As barras verticais representam o intervalo de confiança da média pelo teste DMS (P<0,05). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

Quanto ao teor de SST (Tabela 2), o sistema de produção, de maneira isolada, não afetou significativamente essa variável. Somente no P1 houve diferença significativa entre os tratamentos, tanto para os frutos do SC quanto para os do SO, ou seja, a elevação do CO_2 exerceu pequena influência sobre o conteúdo de sólidos solúveis totais como também foi constatado por Brackmann et al. (2001) em experimento desenvolvido com morangos elevando o CO_2 . Ao longo do armazenamento, para os morangos convencionais, houve uma redução de SST na AC1 e AC2 no P2 seguido de aumento no P3, enquanto no SO foi observada diferença significativa ao longo do armazenamento no AC1. Brecht et al. (2003) avaliaram os efeitos do uso de atmosfera controlada em morangos cultivar Chandler após 1 semana de armazenamento a 4 °C e a 10 °C (+ 1 dia a 20 °C), e os resultados indicaram que os frutos armazenados sob 5% O_2 + 15% CO_2 apresentaram teores de SST significativamente maiores que os armazenados sob 10% O_2 + 20% CO_2 . Foram observadas diferenças significativas nos níveis de ácido ascórbico (AA) para os fatores períodos de armazenamento e tratamento e para as interações-sistema de produção-tempo de armazenamento, sistema de produção-atmosfera e tempo de armazenamento-atmosfera ($p < 0,05$) (Tabela 2). O sistema de produção, de maneira isolada, não influenciou significativamente o teor de AA dos frutos orgânicos e convencionais. Esse resultado se contrapõe aos de Terrazzan et al. (2006), que, comparando sistema de produção orgânica e convencional de morangos cultivar Oso Grande por 15 dias, verificaram que as frutas produzidas organicamente apresentaram maiores valores de AA durante todo o período de armazenamento.

Os morangos do sistema convencional (SC) apresentaram uma tendência de diminuição do AA ao longo do armazenamento, enquanto no sistema orgânico (SO) esse comportamento foi observado apenas no armazenamento refrigerado; nos demais tratamentos (AC1 e AC2), o teor de AA se manteve constante sem diferirem estatisticamente. Reduções no teor de ácido ascórbico são geralmente observadas após a colheita, devido ao fato de ser um

neste estudo, que isto ocorreu apenas no 6º dia de armazenamento. Agar et al. (1997) concluíram, em seu trabalho com morangos, que o conteúdo de vitamina C (ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico) diminuiu com o uso de altas concentrações de CO₂ (10-30% CO₂). Os

Tabela 2. Sólidos solúveis totais (SST), ácido ascórbico (AA), Luminosidade (L*) e coloração (HUE) de morango cultivar Camarosa durante 3, 6 e 9 dias de armazenamento (1,5 °C) + 1 dia de simulação de comercialização (20 °C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

Sistema de produção	Variável	Tratamento	Período de armazenamento		
			P1***	P2	P3
Convencional	SST (%)	AR**	8,8 Ab*	7,56 Aa	8,66 Aa
		AC1	9,5 Aa	7,83 Ba	8,1 ABa
		AC2	9,2 Aa	7,73 Ba	8,1 ABa
	AA (mg/100mL suco)	AR	64,03 Aa	54,82 Ba	38,59 Cb
		AC1	64,40 Aa	55,26 Aa	44,73 Ba
		AC2	66,60 Aa	58,33 Aa	44,73 Ba
	Luminosidade (L*)	AR	33,75Aa	34,46Aa	25,38Bb
		AC1	32,99Aa	32,81Aa	34,56Aa
		AC2	33,37Aa	32,88Aa	34,39Aa
	Ângulo HUE	AR	32,80 ns	32,52	31,04
		AC1	32,26	30,52	31,65
		AC2	32,41	30,39	32,14
Orgânico	SST (%)	AR**	8,63 Ab	8,50 Aa	8,4 Aa
		AC1	9,80 Aa	8,43 Ba	9,13 Aa
		AC2	7,96 Ab	7,63 Aa	8,56 Aa
	AA (mg/100mL suco)	AR	54,38 Ab	54,82 Aa	41,66 Bc
		AC1	60,52 Aa	52,63 Aa	61,84 Aa
		AC2	50,43 Ab	49,56 Aa	51,31 Ab
	Luminosidade (L*)	AR	32,13 ns	36,47	31,71
		AC1	35,48	33,13	34,34
		AC2	34,60	36,57	34,41
	Ângulo HUE	AR	34,48 ns	37,45	36,08
		AC1	30,19	33,06	33,56
		AC2	37,83	36,18	30,38

antioxidante natural, envolvido em reações antioxidativas que se processam durante a senescência das frutas. Possíveis aumentos no teor de ácido ascórbico também podem ocorrer, considerando que sua biossíntese está ligada à degradação de pectinas, que libera precursores do ácido ascórbico (AGIUS et al., 2003).

Foi verificado que, aos 9 dias (P3), morangos do SO e SC em armazenamento refrigerado (AR) apresentaram perda significativa de AA quando comparados aos frutos armazenados sob AC1 e AC2. Wills et al. (2000) observaram a redução do teor de ácido ascórbico durante o armazenamento de morangos. Calegaro et al. (2002) não verificaram a redução do teor de ácido ascórbico durante o armazenamento de morangos cultivar Oso Grande para as frutas mantidas em armazenamento refrigerado e em atmosfera modificada. De acordo com Wright e Kader (1997), os valores de AA variam de acordo com a espécie e cultivar, mas a tendência é que a redução dos níveis de O_2 e a elevação do CO_2 aumentem a retenção de AA; tendo sido verificado, mesmos autores afirmam que a redução das concentrações de O_2 na atmosfera de armazenamento, em presença de altas concentrações de CO_2 , teve um pequeno efeito sobre o conteúdo de ácido ascórbico.

O valor L é um indicador de escurecimento ao longo do armazenamento que pode ser causado tanto por reações oxidativas quanto pelo aumento da concentração de pigmentos. A luminosidade (L^*) apresentou variação significativa no SC apenas no P3, onde as frutas do AR apresentaram menores valores (Tabela 2). Nos morangos produzidos organicamente não houve diferença significativa tanto para períodos quanto para tratamentos.

A determinação da cor é especialmente interessante, pois em muitos casos constituem a base para a classificação de produtos em distintos graus comerciais e a distinção de variedades que apresentam cores e tonalidades diferentes. Juntamente com a medida de cor encontra-se a determinação da concentração de pigmentos, que também é um índice de qualidade (LANCASTER et al., 1997). A concentração de pigmentos estaria mais diretamente relacionada com a maturidade e

a cor mais com a percepção da aparência pelos consumidores. Esse é, muitas vezes, um critério primário nas decisões comerciais (KAYS, 1999).

Para o ângulo $^{\circ}\text{Hue}$, foram observadas diferenças significativas apenas para o fator sistema de produção. A atmosfera e os períodos de armazenamento, isolados, não influenciaram significativamente no $^{\circ}\text{Hue}$ dos frutos orgânicos e convencionais. O ângulo HUE diferencia a coloração básica das amostras e representa a tonalidade média das amostras. Quanto maior o ângulo obtido, significa que a cor dos frutos está mais próxima do verde e, quanto menor este ângulo, a cor se aproxima do vermelho. O valor do $^{\circ}\text{Hue}$ ficou em torno de 30 a 32 para morangos do SC, e 32 a 36 para morangos do SO. Não foi observada variação significativa entre períodos e tratamentos, tanto para as frutas do SC quanto do SO (Tabela 2). Os resultados de $^{\circ}\text{Hue}$ e de L baixos caracterizam o morango, desse experimento, com uma coloração vermelho-escura intensa e menos luminosa.

Brecht et al. (2003) armazenaram morangos cultivar Chandler sob 5 % O_2 + 15 % CO_2 (balanço N_2) e sob 10 % O_2 + 20 % CO_2 (balanço N_2) por duas semanas, a 4 °C e a 10 °C, para estudar os efeitos do uso de atmosfera controlada em temperaturas de armazenamento acima da ótima (0 °C). Observaram que, quando os dois tratamentos sob AC foram comparados, os morangos armazenados em 5% O_2 + 15% CO_2 perderam menos massa, mantiveram melhor a firmeza e apresentaram coloração vermelha mais luminosa e mais intensa (maiores valores de L, ângulo hue e croma) que aqueles armazenados em 10% O_2 + 20% CO_2 .

Existem poucos estudos sobre a caracterização de produtos orgânicos e sobre o metabolismo pós-colheita desses produtos. Considerando os maiores valores de ATT, de firmeza e de perda de massa e menor concentração de AN, durante o período de armazenamento, pode-se constatar que o metabolismo do fruto orgânico difere dos frutos convencionais e, conseqüentemente, no potencial de armazenamento.

Conclusões

Os resultados permitem concluir que em morangos cultivar Camarosa a atmosfera controlada contendo 4% de O_2 e 10% de CO_2 foi eficiente na preservação da qualidade físico-química e sensorial de morangos cultivar Camarosa em até 9 dias + 1 de comercialização produzidos em sistema convencional, e até 6 dias + 1 de comercialização para o sistema orgânico. Em atmosfera refrigerada, esse período foi inferior.

Referências

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 14140**:alimentos e bebidas - análise sensorial - teste de análise descritiva quantitativa(ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

AGAR, I. T.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Effect of high CO₂ and controlled atmosphere (CA) on the ascorbic and dehydroascorbic acid content of some berry fruits. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 47-55, 1997.

AGIUS, F.; GONZÁLEZ-LAMOTHE, R.; CABALLERO, J. L. Engineering increased vitamin C levels in plants by overexpression of a D-galacturonic acid reductase. **Nature Biotechnology**, New York, v. 21, n. 2, p. 177-181, 2003.

BRACKMANN, A.; HUNSCH, M.; WACLAWOVSKY, A. J.; DONAZZOLO, J. Armazenamento de morangos cultivar Oso Grande (Fragaria ananassa) sob elevadas pressões parciais de CO₂. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 1, p. 10-14, 2001.

BRECHT, J. K.; CHAU, K. V.; FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; SILVA, F. M.; NUNES, M. C. N.; BENDER, R. J. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the

postharvest handling chain. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam , v. 27, p. 87- 101, 2003.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, 2002.

CANTILLANO, R. F. **Morango: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 28 p.

CANTILLANO, R. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; ALMEIDA, G. V. B. de; WATANABE, H. S. **Produção integrada de pêssegos: manuseio pós-colheita e logística**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 41 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 228).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia manuseio**. 2. ed. Lavras: ESALQ/FAEPE, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 88 p.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 83, p. 167–173, 2003.

GIL, M. I.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Amsterdam, v. 45, n. 5, p. 1662-1667, 1997.

HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M. J.; GAVARA, R. Effect of calcium chitosan coatings on postharvest life of strawberry (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 247 – 253, 2006.

HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 19-32, 1999.

KADER, A. A. Physiology of CA treated produce. **Acta Horticulturae**, n. 600, p. 349-354, 2003. Edition of 8th International Controlled Atmosphere Research Conference, Rotterdam, Netherland.

KAYS S. J. Preharvest factor affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 233-247, 1999.

KROLOW, A. C. R.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morango cultivar Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1732- 1735, 2007. Resumos do V Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2007, Guarapari. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/issue/view/40>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

LANCASTER J. E.; LISTER C. E.; REAY P. F.; TRIGGS, C. M. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruits and vegetables. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 122, p. 594-598, 1997.

MITCHELL, A. E.; CHASSY, A. W. **Antioxidants and the Nutritional Quality of Organic Agriculture**. Disponível em: <<http://mitchell.ucdavis.edu/ls%20Organic%20Better.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2009.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise Sensorial para a Avaliação da Qualidade dos Alimentos**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006. 268 p.

ROMBALDI, C. V.; FACHINELLO, J. C.; TIBOLA, C. S.; SILVA, J. A. Percepção do consumidor do RS quanto aos atributos de qualidade de frutos e hortaliças. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, 2007.

SEIBERT, E.; BARRADAS, C. I. N.; ARAUJO, P. J.; BENDER, R. J. Efeito do ethephon e da frigoconservação na maturação de peras cultivar Packham's Triumph. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 55-62, 2000.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Produção mundial e nacional. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 8-11.

TERRAZZAN, P.; DEL AGUILA, J. S.; HEIFFIG, L. S.; KLUGE, R. A. Physicochemical characterization of refrigerated strawberries from conventional and organic crop systems. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Cidade do México, v. 8, p. 33-37, 2006.

TUDELA, J. A.; VILLAESCUSA, R.; ARTÉS-HDEZ, F.; ARTÉS, F. High carbon dioxide during cold storage for keeping strawberry quality. **Acta Horticulturae**, n. 600, p. 201-204, 2003. Edition of 8th International Controlled Atmosphere Research Conference, Rotterdam, Netherland.

WILLS, R. B. H.; KU, V. V. V.; LESHEM, Y. Y. Fumigation with nitric oxide to extend the postharvest life of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 18, p. 75 - 79, 2000.

WRIGHT, K. P.; KADER, A. A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 39-48, 1997.

ZHOU, H.-W.; BEN-ARIE, R.; LURIE, S. Pectin esterase, polygalacturonase and gel formation in peach pectin fractions. **Phytochemistry**, Oxford, v. 55, p. 191-195, 2000.



Clima Temperado

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA